

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

0 203 224
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85116337.8

51 Int. Cl.4: C 25 B 11/02, C 25 C 7/02

22 Anmeldetag: 20.12.85

30 Priorität: 30.05.85 DE 3519272

71 Anmelder: Heraeus Elektroden GmbH,
Heraeusstrasse 12 - 14, D-6450 Hanau/Main (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 03.12.86
Patentblatt 88/49

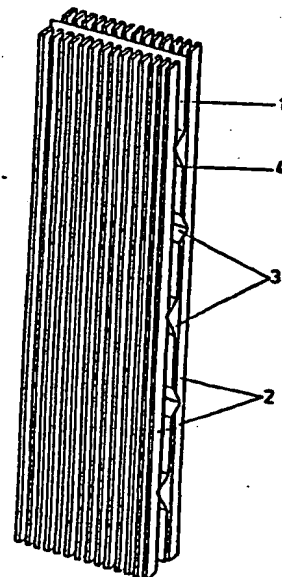
72 Erfinder: Fabian, Peter, Theodor-Heuss-Strasse 4,
D-6463 Freigericht 1 (DE)
Erfinder: Gerhardt, Wolfgang, Bahnhofstrasse 52,
D-6463 Freigericht 5 (DE)
Erfinder: Koch, Reinhard, Brucknerstrasse 8,
D-6463 Freigericht 3 (DE)
Erfinder: Simon, Heinrich, Schlosstrasse 10,
D-6456 Langenselbold (DE)

64 Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI NL

74 Vertreter: Heinen, Gerhard, Dr., W.C. Heraeus GmbH
Zentralbereich Patente und Lizenzen
Heraeusstrasse 12-14, D-6450 Hanau (DE)

54 Elektrodenstruktur für elektrochemische Zellen.

57 Für elektrochemische Zellen, insbesondere Diaphragma- oder Membranzellen, soll eine Elektrodenstruktur geschaffen werden, die in der Zone der elektrochemischen Umsetzung eine verhältnismäßig große aktive Elektrodenfläche unter optimaler Abfuhr der sich entwickelnden Gase ermöglicht. Die Elektrodenstruktur besteht aus einem aus Metallblech gefertigten plattenförmigen Träger (1) mit Ausbuchtungen (3) auf seiner Ober- und Unterfläche, die aufgrund ihrer spitzwinklig angeordneten Seitenflächen als Schweißbuckel zum Aufschweißen einer Vielzahl lamellenartig angeordneter plattenförmiger Elektrodenanteile (2) dienen. Die plattenförmigen Elektrodenanteile (2) sind als Flachprofile mit rechteckigem Querschnitt ausgeführt, wobei sie mit ihren schmalen Seitenkanten auf dem Kamm der Ausbuchtungen (3) aufgeschweißt sind. Dabei wird der Spalt zwischen benachbarten Elektrodenanteilen (2) so gewählt, daß die an aktiven Oberflächen der Flachprofile entstehenden Gasabzugsfahnen im Bereich des Spalts nicht miteinander in Berührung kommen und verwirbeln, sondern getrennt bleiben, so daß die Ionen ungehindert an die aktiven Flächen gelangen können.



ACTORUM AG

Best Available Copy

EP 0 203 224 A1

Heraeus Elektroden GmbH

Patent- und Gebrauchsmusterhilfsanmeldung

"Elektrodenstruktur für elektrochemische Zellen"

Die Erfindung betrifft eine Elektrodenstruktur für elektrochemische Zellen, insbesondere Diaphragma- oder Membranzellen, die einen als Stromverteiler dienen plattenförmigen Träger aus Metallblech in einer Stärke von wenigstens 0,4 mm besitzt, wobei der Träger beidseitig wenigstens jeweils zwei sich über seine Ober- und Unterfläche erstreckende Ausbuchtungen aufweist und auf dessen Ober- und Unterfläche wenigstens ein plattenförmiges Elektrodenteil brückenartig auf dem Kamm aufgeschweißt ist.

Aus der US-PS 4,482,448 ist eine Elektrodenstruktur für gaserzeugende Elektroden - das heißt Anode oder Kathode - bekannt, welche einen zentralen plattenförmigen Stromverteiler mit beidseitigen wellenförmigen Ausbuchtungen enthält. Auf den Kämmen der wellenförmigen Ausbuchtungen sind Elektrodenteile, beispielsweise in Form von perforierten Platten oder Streckmetall, durch Verschweißen befestigt. Beim Einsatz in Elektrolysezellen verlaufen die Käme der Ausbuchtungen in vertikaler Richtung, so daß die im Elektrodenbereich entstehenden Gase zur Oberkante der Elektrode abgeführt werden können. Es ist somit möglich, die an den Außenteilen der Elektrode erzeugten Gase aufgrund der porösen bzw. perforierten Struktur der Elektrodenteile in die zum Innenbereich der Elektrode gehörenden Ausbuchtungen abzuführen. Aufgrund ihrer einfachen Struktur soll die Elektrode in preisgünstigen Verfahrensschritten, wie beispielsweise Walzen, Stanzen und Schweißen, herzustellen sein.

Als nachteilig erweist es sich, daß nur die unmittelbar an der Membran anliegenden äußeren Teile der Elektrode zur elektrochemischen Umsetzung beitragen welche zudem durch Porosität bzw. Perforation in ihrer wirksamen Oberfläche reduziert sind.

Durch Gasbildung infolge elektrochemischer Reaktion im Bereich der Auflage der Membran auf der Elektrodenoberfläche wird die Ionenwanderung - und damit die Effektivität der elektrochemischen Umsetzung - erheblich behindert. Weiterhin erfordert die Aufteilung des Elektrodenraumes durch die vertikal verlaufenden Ausbuchtungen in einzelnen Strömungskammern eine äußerst gleichmäßige Anströmung dieser elektrolytführenden Kammern, was zu aufwendigen Strömungssystemen in der Praxis führt.

Aufgrund des seitlich angebrachten Stromanschlusses erhöht sich der elektrische Widerstand insbesondere für die auf der gegenüberliegenden Seite befindlichen Teile der Elektrodenfläche; hieraus ergibt sich eine ungleichmäßige Stromverteilung auf der Elektrodenfläche; dies führt zu einer höheren Zellenspannung.

Weiterhin ist aus der US-PS 4,013,525 bekannt, die Gitterstruktur von Anoden als flache Streifen, Bänder oder Kanäle in U-Form oder umgekehrter U-Form auszubilden. An den Verbindungsbogen der umgekehrten U-Profile werden die einzelnen kanalartigen Teile zusammengeschweißt. Dabei ist ein ausreichender Spalt zwischen den Bändern jedes kanalartigen Elementes vorzusehen, um den Zugang eines Punktschweiß-Werkzeugkopfes zu ermöglichen, da die kanalartigen Elemente mit einem Leiter durch Punktschweißen verbunden werden müssen. Hierdurch wird andererseits die von der Stromverteilung her erwünschte große Anzahl von einzelnen Leiterelementen begrenzt. Außerdem müssen auf der Oberseite der Elemente mit umgekehrtem U die Bögen zwischen den Verbindungsstegen entfernt werden, so daß relativ große Mengen an Titan zu Abfall werden.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, Elektroden aus verhältnismäßig einfachen Grundstrukturen in ökonomischer Weise aufzubauen, welche möglichst große aktive Flächen aufweisen, so daß sie auch in elektrochemischen Zellen des Filterpresstyps einsetzbar sind. Sie sollen in unmittelbarer Nähe des Separators eine möglichst große aktive Fläche erzielen und gleichzeitig einen optimalen Gastransport aus dem Bereich der elektrochemischen Umsetzung gewährleisten. Die plattenförmigen Stromverteiler sollen durch ihre Struktur ein möglichst einfaches Aufschweißen der Elektrodenteile ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

In einer bevorzugten Ausführungsform haben die Erhöhungen eine Höhe von 1 bis 10 mm. Der Träger weist dabei eine rechteckige Grundform auf, wobei die Erhöhungen einen dreieckigen Querschnitt aufweisen und durch gerade verlaufende Kanten gebildet sind, welche eine durchgehende Linie zwischen zwei sich gegenüberliegenden Plattenkanten bilden.

Die aufgeschweißten Elektrodenteile sind als Flachprofile mit Rechteckquerschnitt ausgeführt aus im jeweiligen Elektrolyseverfahren resistenten, elektrisch leitenden Metallen oder deren Legierungen, wie auch der Träger selbst. Das Breiten- zu Höhenverhältnis liegt zwischen 1:5 und 2:3.

Der Spalt zwischen benachbarten Elektrodenteilen wird so gewählt, daß die an den aktiven Oberflächen der Flachprofile im Betrieb entstehenden Gasabzugsfahnen im Bereich des Spaltes nicht miteinander in Berührung kommen und verwirbeln, sondern getrennt bleiben, so daß die Ionen, die an der Elektrodenfläche entladen werden, weitestgehend von Gasblasen ungehindert an die aktiven Flächen gelangen können.

Nach der Erfindung erweist es sich als vorteilhaft, daß Elektrodenteile und Träger aus einfachsten geometrischen Formen aus vorgefertigten Blechen geschnitten werden können und nach Aufbringen der durchgehenden Schweißbuckel, wie sie beispielsweise durch Biege- oder Abkantverfahren hergestellt werden können, alle Elektrodenteile jeweils einer Trägerseite gleichzeitig mit einem Schweißbuckel durch Widerstandsschweißen verbunden werden können.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind.

1. Günstige Stromverteilung über zwei Leiterebenen mit optimal dimensionierten Flachprofilen (Rechteckprofilen),
2. hohe Stabilität der Elektrode sowohl mechanisch (verwindungssteif), insbesondere wegen des günstigeren Widerstandsmoments von Rechteckprofilen im Vergleich zu Rundprofilen und quadratischen Profilen, aber auch deshalb, weil alle Flachprofile (Rechteckprofile) der einzelnen Ebenen jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet sind,
3. gute Planität der ebenen Aktivfläche der Elektrode bleibt nicht nur nach der Herstellung, dem Transport, sondern auch nach dem Einbau (Montage und Demontage) sowie im Betrieb erhalten, was zu einer Senkung der Betriebskosten führt, weil ein günstigerer, gleichmäßiger Abstand zu der Gegenelektrode eingehalten wird,
4. Sicherheit gegen thermischen Verzug beim Reaktivieren. Dies ermöglicht die verwindungssteife Konstruktion der erfindungsgemäßen Elektrode,
5. gute Stoffaustauschkinetik nicht nur durch die rundum beschichteten, senkrecht stehenden Flachprofile (Rechteckprofile), sondern auch durch deren günstige gegenseitige

Beabstandung und Zahl der Leiter pro Fläche,

6. trotzdem gute Schweißbarkeit wegen der gegenseitigen Zuordnung der Leiterebenen,
7. nicht zuletzt eine sehr hohe Materialersparnis bezogen auf eine Elektrode gleicher Fläche an hochwertigen Materialien, wie Titan,
8. ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil ist die einfache Form des Materials der Leiter (Flachprofil bzw. Rechteckprofil), die die Verwendung von Standardvormaterial zu optimalen Einkaufsbedingungen und günstige Lagerhaltung erlaubt,
9. die gute Parallelität der einzelnen Flachprofile ist eine Folge der großen Verwindungssteifigkeit der erfindungsgemäßen Elektrodenkonstruktion bzw. ihres Aufbaus. Der mittlere Abstand zwischen Anode und Kathode im Elektrolyseur wird unbeeinflusst durch geringe Planitätsabweichungen optimal klein gehalten.

Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren 1a, 1b und 2 näher erläutert.

Figur 1a zeigt eine Elektrode mit einem Träger, der auf zwei Seiten mit Flachprofilen versehen ist.

Figur 1b zeigt als Ausschnitt eine Kante dieser Elektrode.

Figur 2 zeigt im Querschnitt einen Elektrolyseur, welcher mit den erfindungsgemäßen Elektroden versehen ist.

Gemäß Figur 1a besteht die erfindungsgemäße Elektrode aus einem plattenförmigen Träger 1, welcher auf beiden Seiten als Schweißbuckel dienende Ausbuchtungen 3 aufweist, auf denen

als Elektrodenteile 2 dienende Flachprofile aufgeschweißt sind. Der aus elektrisch leitfähigem Material bestehende plattenförmige Träger 1 hat neben der stabilen Halterung der aktiven Fläche die Aufgabe, in allen als Flachprofile ausgeführten Elektrodenteile 2 den elektrischen Strom zu verteilen; er dient somit zur Stromverteilung und Halterung der aktiven Flächen. Der Träger 1 besteht aus Metallblech einer Blechstärke von 0,4 bis 5 mm, vorzugsweise in einer Plattenstärke von 1 bis 3 mm. Die Ausbuchtungen 3 bestehen aus wechselweise angeordneten Erhöhungen bzw. Vertiefungen in den Ober- bzw. Unterflächen des Trägers 1, welche durchlaufende Kanten 4 aufweisen, deren Kantrichtungen senkrecht zu den Längsachsen der langgestreckten Flachprofile 2 verlaufen. Zur besseren Übersicht wird auf Figur 1b verwiesen, welche bruchstückhaft einen Teil der in Figur 1a dargestellten Elektrode wiedergibt.

Figur 1b zeigt im vergrößerten Ausschnitt beispielsweise den rechten unteren Teil der in Figur 1a dargestellten Elektrode. Der plattenförmige Träger 1 ist auf seiner Oberfläche mit einer dachförmigen Ausbuchtung 3 versehen, auf der mittels Schweißungen 5 die aufliegenden Flachprofile 2 fest verbunden sind. Die Kanten 4 dieser Erhöhung verlaufen parallel zur Vorderkante 6 des rechteckförmigen plattenförmigen Trägers 1.

Die auf der Oberkante der Ausbuchtung 3 befindlichen Schweißungen 5, welche die Flachprofile 2 mit der Ausbuchtung 3 verbinden, befinden sich auf einer durchgehenden Linie; dies hat wesentliche fertigungstechnische Vorteile, da mit einer einzigen Widerstandsschweißung viele zueinander parallel angeordnete Flachprofile 2 mit einer solchen - als Schweißbuckel dienenden - Ausbuchtung 3 verbunden werden können.

Durch die hochkant nebeneinander in vorgegebenem Abstand parallel angeordneten Flachprofile 2 ergibt sich ein besonders

vorteilhaftes Herstellungsverfahren der Elektroden durch Widerstandsschweißung. Die einzelnen Flachprofile 2 werden durch ein oder mehrere drahtförmige Stabilisierungselemente 7 mittels Widerstandsschweißung zu einem stabilen Gesamtelement zusammengefügt. Dieses Gesamtelement wird wiederum durch Widerstandsschweißung mit den Schweißbuckeln in Form von dachförmigen Ausbuchtungen 3 verbunden.

Da das drahtförmige Stabilisierungselement 7 sich auf der zum Träger 1 gerichteten Seite der Flachprofile 2 befindet, bildet es auch keinerlei Hindernisse für die Elektrolytströmung auf der den Membranen bzw. Diaphragma zugekehrten äußeren Seiten der Flachprofile 2.

Das Verhältnis von Flachprofilhöhe zum Mittenabstand benachbarter Flachprofile liegt im Bereich von 0,8:1 bis 1,6:1. Das Verhältnis von Flachprofilstärke zu Flachprofilhöhe beträgt zwischen 1:5 und 2:3. In der Praxis haben sich Flachprofilhöhen von 3 bis 5 mm sowie Flachprofilstärken von 1 bis 2 mm besonders gut bewährt.

Die Blechstärke des Trägers 1 liegt im Bereich von 0,4 bis 3 mm, während die Ausbuchtungen jeweils eine Höhe von 4 bis 8 mm aufweisen. Das bevorzugte Verhältnis zwischen der Blechstärke des Trägers 1 und der Höhe der Erhöhungen liegt im Bereich von 0,05:1 bis 3:4. In der Praxis hat sich ein Verhältnis von 1:5 als besonders gut bewährt herausgestellt, wobei die Blechstärke 1 mm beträgt.

Im oberen Teil der Figur 1b ist die auf der Unterfläche des Trägers 1 befindliche Ausbuchtung 3 als Vertiefung erkennbar. Die durch Abkantwerkzeug herstellbare Ausbuchtung verläuft über die gesamte Fläche, wobei hier jedoch nur ein Ausschnitt dargestellt ist. Die auf der Unterseite befindliche Ausbuchtung 3 und die mit ihr durch Widerstandsschweißen fest verbundenen Flachprofile 2 entsprechen in ihrem Aufbau und in ihrer

Wirkung den zur oberen Seite der Elektrode gemachten Ausführungen. Die unterhalb des Trägers 1 befindlichen Flachprofile 2 sind durch ein drahtförmiges Stabilisierungselement 7 - entsprechend den Flachprofilen 2 der oberen Seite - elektrisch und mechanisch miteinander fest verbunden.

Figur 2 zeigt den Einsatz der erfindungsgemäßen Elektrode in einer Elektrolyseanordnung nach dem Prinzip der Filterpressenbauweise. Zwischen den Endplatten 16 befinden sich mit den endständigen Kathoden 9 beginnend, abwechselnd beidseitig mit Flachprofilen bestückte Anoden 10 und Kathoden 11.

Die beidseitig bestückten Elektroden entsprechen den aus Figur 1a und 1b bekannten Darstellungen, während die endständigen Elektroden nur einseitig bestückt sind; sie entsprechen ansonsten in ihrem Aufbau den beidseitig bestückten Elektroden.

Als Material für die Anoden 10 kommen Metalle in Frage, die chemisch beständig gegenüber dem Anolyten sind, vorzugsweise Titan und Titanlegierungen, weiterhin sind die Flachprofile mit einer elektrokatalytisch aktiven Beschichtung versehen.

Die Kathoden 9 und 11 sind entsprechend den Anoden aufgebaut und bestehen aus einem Metall, das chemisch beständig gegenüber dem Katholyten ist, vorzugsweise aus Nickel bzw. Nickellegierungen oder rostfreiem Stahl. Die Flachprofile auf der Kathode können eine elektrokatalytisch aktive Beschichtung, beispielsweise Raney-Nickelbeschichtung, aufweisen.

Der Anolytraum und der Katholytraum sind durch ein Diaphragma 12 oder eine ionenselektive Membran getrennt.

Zur Verwendung der erfindungsgemäßen Elektroden in einem Elektrolyseur nach dem Filterpressenprinzip werden diese in einem Rahmen 17, der vorzugsweise aus dem gleichen Material bestehen soll wie die zugehörigen Elektroden, eingeschweißt.

Der Rahmen 17 ist mit Durchbrüchen 18 versehen, die dem Zu- bzw. Ablauf des Anolyt bzw. Katholyt dienen.

Zur Abdichtung der einzelnen Räume werden auf jeder Seite des Diaphragmas oder der Membran Dichtungen 15 eingebracht, die außerdem der Isolierung der benachbarten Elektroden, die naturgemäß entgegengesetzte Polarität haben, dienen.

Ein wesentliches Kriterium der erfindungsgemäßen Anordnung bilden die Strömungskanäle zwischen den Flachprofilen, die z.B. bei gasentwickelnden Elektroden einen sicheren Abtransport der Gasblasen gewährleistet und in denen eine gute Durchmischung des Elektrolyten stattfindet.

Die Halterungsmaßnahmen zur Filterpressenbauweise sind zwecks besserer Übersicht in Figur 2 nicht dargestellt.

Heraeus Elektroden GmbH

Patent- und Gebrauchsmusterhilfsanmeldung

"Elektrodenstruktur für elektrochemische Zellen"

Patentansprüche

1. Elektrodenstruktur für elektrochemische Zellen, insbesondere für Diaphragma- oder Membranzellen, die einen als Stromverteiler dienenden plattenförmigen Träger aus Metallblech in einer Stärke von wenigstens 0,4 mm besitzt, wobei der Träger beidseitig wenigstens jeweils zwei sich über seine Ober- und Unterfläche erstreckende Ausbuchtungen aufweist, und auf dessen Ober- und Unterfläche wenigstens ein plattenförmiges Elektrodenteil brückenartig auf dem Kamm der Ausbuchtung aufgeschweißt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenflächen der Ausbuchtungen (3) einen spitzen Winkel einschließen und als Schweißbuckel für die plattenförmigen Elektrodenteile (2) dienen, daß zur Bildung einer Lamellenstruktur eine Vielzahl von plattenförmigen Elektrodenteilen (2) mit ihren schmalen Seitenkanten jeweils auf dem Kamm der Ausbuchtungen (3) aufgeschweißt sind und mit den Ebenen ihrer breiten Seitenflächen senkrecht zur Ober- bzw. Unterfläche des Trägers (1) angeordnet sind.
2. Elektrodenstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbuchtungen (3) im Verlauf ihrer Linie die Ebenen der Elektrodenteile (2) in einem Winkel schneiden, der zwischen 30° und 90° liegt.

3. Elektrodenstruktur nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbuchtungen (3) eine Höhe von 1 bis 10 mm aufweisen.
4. Elektrodenstruktur nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbuchtungen (3) durch gerade verlaufenden Kanten gebildet sind.
5. Elektrodenstruktur nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (1) eine rechteckige Grundform aufweist, wobei die Ausbuchtungen (3) eine durchgehende Linie zwischen zwei sich gegenüberliegenden Plattenkanten bilden.
6. Elektrodenstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenteile (2) einen rechteckigen Querschnitt mit einem Seitenverhältnis von 1 : 1,5 bis 1 : 5 aufweisen.
7. Elektrodenstruktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des Mittenabstandes benachbarter Elektrodenteile (2) zur Höhe der Elektrodenteile im Bereich von 1:1,6 bis 1:0,8 liegt.
8. Elektrodenstruktur nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektrodenteile (2) einer Trägerseite jeweils durch wenigstens zwei drahtförmige Stabilisierungselemente (7) aus Metall durch Verschweißen miteinander verbunden sind.

1/2

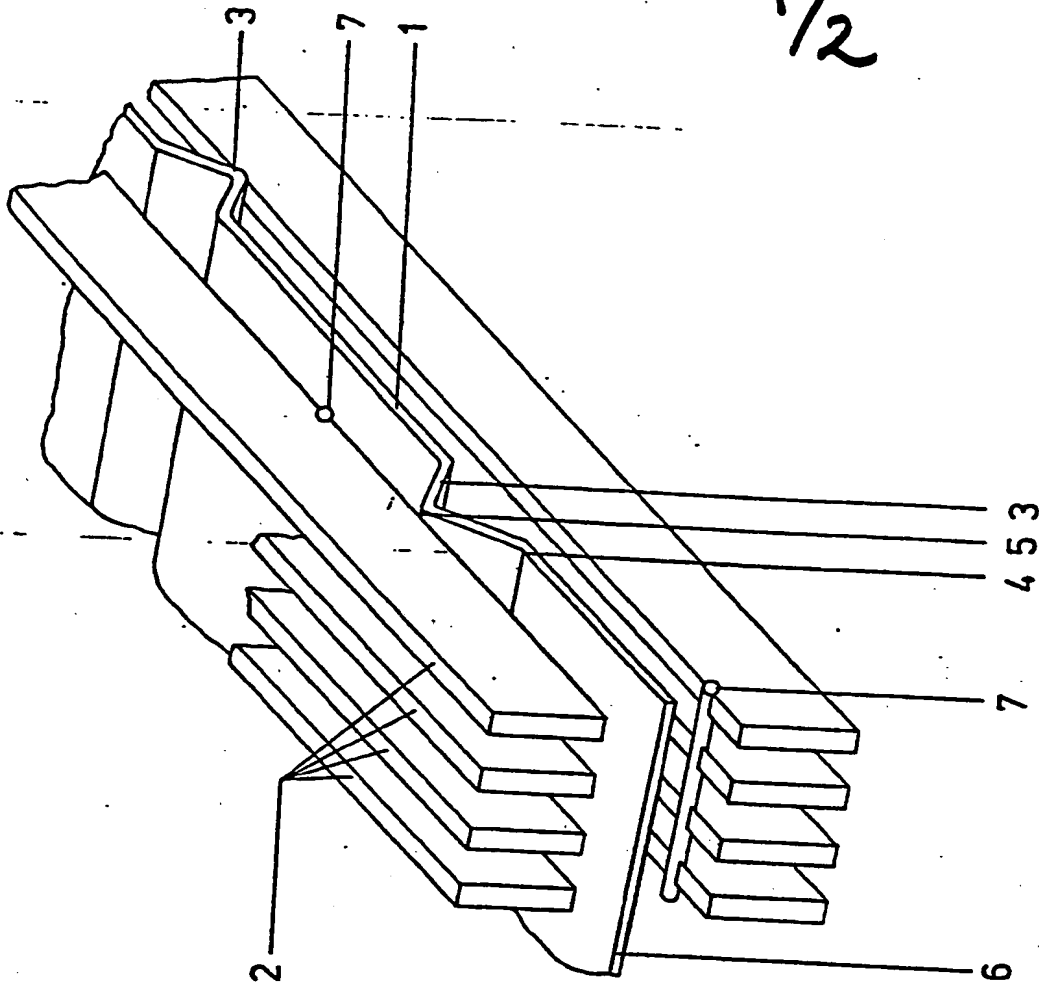


Fig. 1b

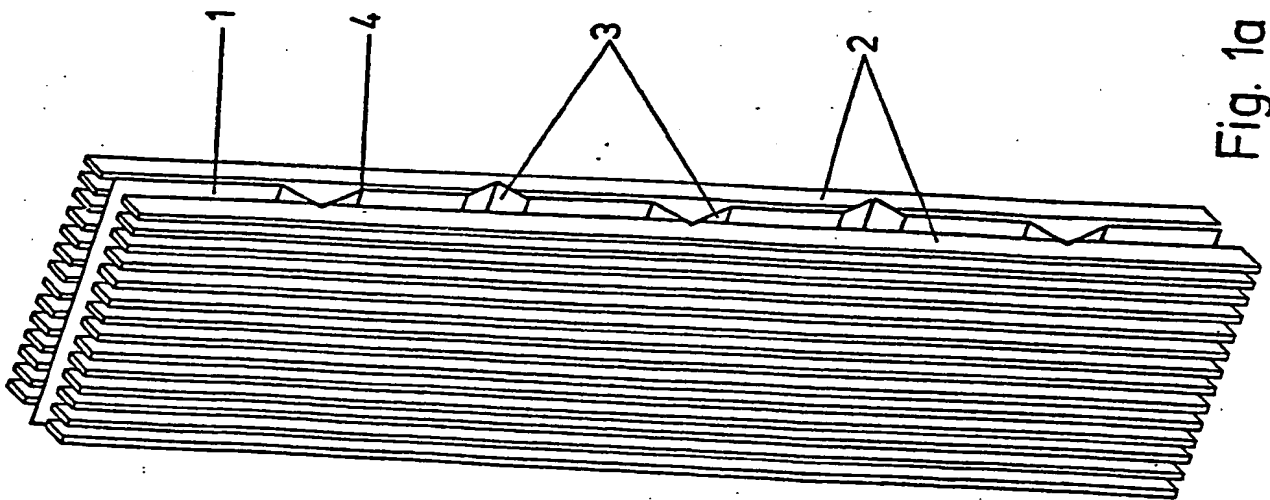


Fig. 1a

2/2

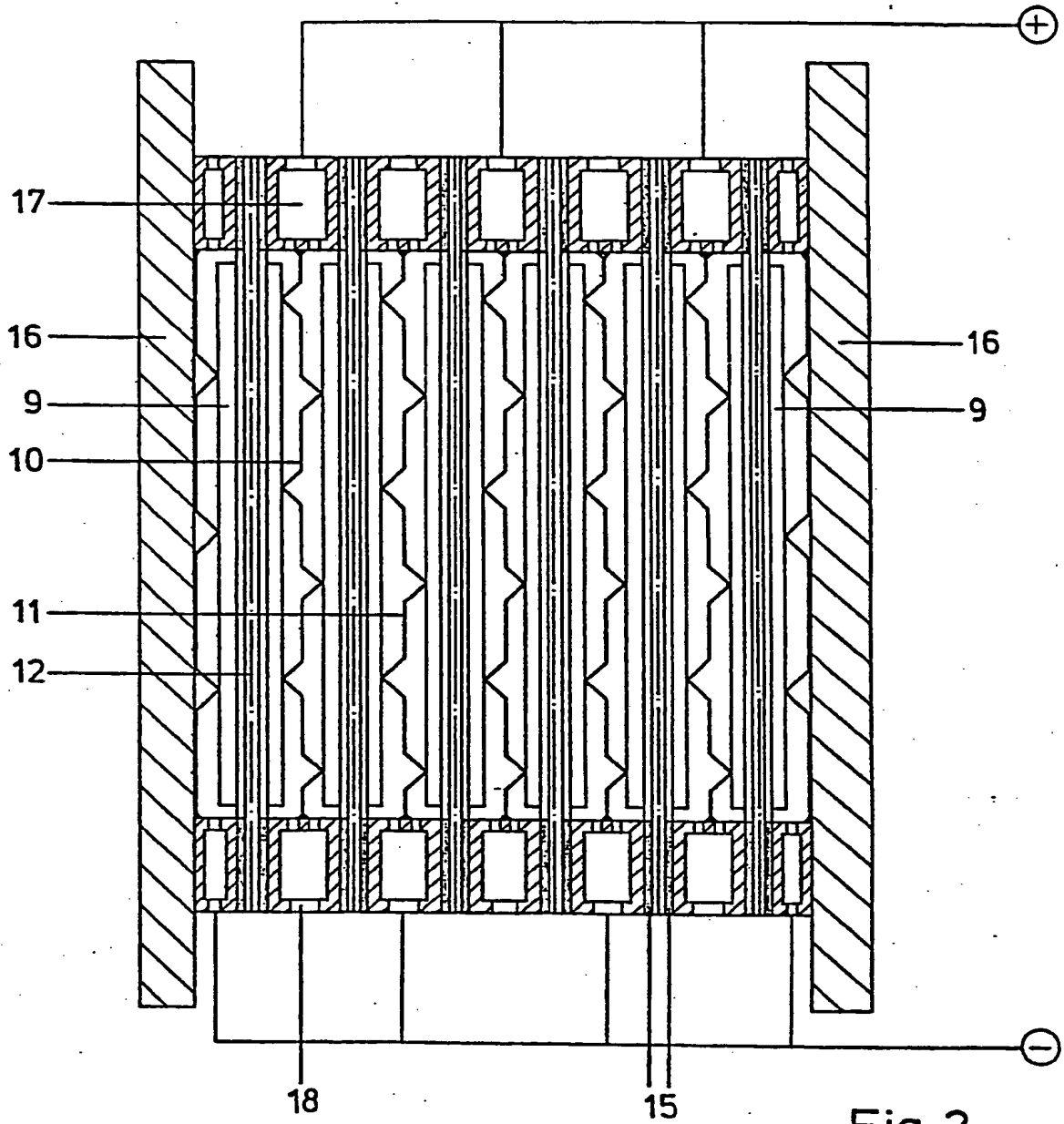


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0203224

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 85116337.8
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	US - A - 4 389 298 (PELLEGRI) * Zusammenfassung; Fig. 3 *	1, 2, 4	C 25 B 11/02 C 25 C 7/02
--			
A	US - A - 4 022 679 (KOZIOL et al.) * Zusammenfassung; Fig. 1; Spalte 4, Zeile 38 *	1, 8	
--			
P, A	DE - A1 - 3 421 480 (CONRADTY) * Zusammenfassung; Fig. 3 *	1	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 02-09-1986	Prüfer LUX
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.